

## BAB IV

### PROSES, HASIL, DAN PEMBAHASAN

#### A. Pengujian

Pengujian sistem ini memiliki tujuan untuk menguji kinerja serta hubungan antara perangkat keras dengan perangkat lunak sebagai program sistem. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui alat dan program yang telah dirancang dapat bekerja sesuai dengan apa yang direncanakan. Pengujian dilakukan dengan menguji fungsional alat dan unjuk kerja alat, selain itu pada pengujian juga dihitung nilai *error* dan akurasi dari setiap kinerja komponen, dengan perhitungan sebagai berikut:

$$|Error = \frac{(Besaran\ Ukur - Besaran\ ideal)}{Besaran\ ideal} \times 100 \%$$

Berikut hasil dari pengujian yang telah dilakukan dengan beberapa indikator pengujian:

1. Uji Fungsional
  - a. Pengujian Tegangan Arduino Nano & Arduino Uno

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui tegangan keluaran yang dihasilkan oleh arduino nano dan arduino uno. Pengukuran dilakukan dengan mengukur tegangan yang keluar dari pin 5V pada arduino dengan voltmeter saat arduino diberi suplai dari baterai. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 10.

**Tabel 10. Pengujian Tegangan Arduino**

No.	Pengukuran	Beban	Percobaan ke-	Vout	Pengukuran Vout	Error %
1.	Arduino Nano	Tanpa beban	1	5V	4,96	0,8
			2	5V	4,96	0,8
			3	5V	4,96	0,8
		Rata-rata			4,96	0,8
		Dengan beban	1	5V	4,5	10
			2	5V	4,5	10
			3	5V	4,49	10,2
		Rata-rata			4,497	10,06
2.	Arduino Uno	Tanpa beban	1	5V	4,98	0,4
			2	5V	4,97	0,6
			3	5V	4,97	0,6
		Rata-rata			4,973	0,53
		Dengan beban	1	5V	4,4	12
			2	5V	4,4	12
			3	5V	4,4	12
		Rata-rata			4,4	12

b. Pengujian Tegangan Catu Daya *Driver* Motor DC

Pengujian tegangan catu daya pada driver bertujuan untuk mengetahui nilai tegangan pada keluaran modul *driver* L298N saat sebelum dan sesudah diberi beban berupa motor DC. Data hasil uji dapat dilihat pada Tabel 11.

**Tabel 11. Pengujian Tegangan Catu Daya Driver Motor**

No	Pengukuran	Pengukuran ke -	Vin (V)	Vout (V)	
				Motor kanan	Motor kiri
1	Tanpa beban	1	6,6	6,54	6,59
		2	6,6	6,54	6,59
		3	6,6	6,53	6,58
		Rata-rata	6,6	6,537	6,587
2	Dengan beban	1	6,53	5,02	4,87
		2	6,53	5,02	4,87
		3	6,52	5,0	4,86
		Rata-rata	6,527	5,013	4,867

c. Pengujian Sensor *Flex*

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui nilai tegangan analog yang terbaca pada *serial monitor* arduino IDE dan melakukan pengukuran tegangan saat *flex* sensor dalam keadaan lurus dan saat dilengkungkan. Hasil data uji dapat dilihat pada Tabel 12. Nilai *Vout* ideal dapat diketahui dengan perhitungan:

$$V_{out} = \frac{\text{nilai tegangan analog}}{\text{Resolusi ADC}} \times V_{cc}$$

**Tabel 12. Pengujian Sensor Flex**

Jari	Posisi Jari	Tegangan analog	<i>Vout</i> ideal	Resistansi (K Ohm)	Pengukuran <i>Vout</i>	<i>Vout Error %</i>
Telunjuk	Lurus	480	2,34	40	2,1	10
	Dilengkungkan	680	3,32	80	3	9,7
Tengah	Lurus	460	2,24	35	1,9	15,2
	Dilengkungkan	600	2,93	70	2,4	18,1
Manis	Lurus	850	4,1	300	3,4	17,1
	Dilengkungkan	890	4,34	600	3,6	17,1
Kelingking	Lurus	410	2,0	32	1,8	10
	Dilengkungkan	640	3,12	65	2,8	10,3

d. Pengujian Pembacaan Jarak Sensor Ultrasonik

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui pembacaan jarak dengan cara meletakkan sebuah objek di depan sensor ultrasonik. Jarak pengujian dari objek ke sensor ultrasonik diukur menggunakan penggaris sedangkan pembacaan yang dilakukan sensor ultrasonik diamati menggunakan *serial monitor* pada *software* arduino IDE. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 13.

**Tabel 13. Pengujian Pembacaan Jarak Sensor Ultrasonik**

Pengujian Ke-	Jarak Pengujian (cm)	Jarak terbaca (cm)			
		Sensor Depan	Error %	Sensor Belakang	Error %
1	2	2	0	2	0
2	4	4	0	4	0
3	6	6	0	6	0
4	8	8	0	8	0
5	10	10	0	10	0
6	15	15	0	15	0
7	30	30	0	30	0
8	45	45	0	44	2,2
9	60	59	1,67	59	1,67
10	100	99	1	101	1

e. Pengujian Buzzer

Pengujian pada buzzer ini dilakukan untuk mengetahui fungsi buzzer sebagai indikator saat sensor ultrasonik mendeteksi objek. Sebuah objek diletakkan dihadapan sensor ultrasonik depan maupun belakang dengan jarak 0 sampai 100cm, jarak ini diukur menggunakan penggaris. *Buzzer* berfungsi sebagai indikator yang mengeluarkan suara saat syarat dari pembacaan jarak sensor ultrasonik terpenuhi. Hasil data pengujian dapat dilihat pada Tabel 14.

**Tabel 14. Pengujian Buzzer**

Jarak (cm)	Banyak percobaan (kali)	Kondisi buzzer		Hasil
		Sensor Depan	Sensor Belakang	
0 sampai 20	5	Berbunyi	Berbunyi	Sesuai
21 sampai 60	5	Tidak berbunyi	Tidak berbunyi	Sesuai
61 sampai 100	5	Tidak berbunyi	Tidak berbunyi	Sesuai

f. Pengujian Putaran Motor DC

Pengujian motor DC dilakukan untuk mengetahui kesesuaian antara putaran motor DC dengan gerakan kursi roda. Pengujian dilakukan dengan cara membuat program yang diupload pada arduino uno yang berisi perintah menggerakkan motor DC untuk berputar ke depan dan belakang secara otomatis. Hasil data pengujian dapat dilihat pada Tabel 15.

**Tabel 15. Pengujian Putaran Motor DC**

Gerakkan kursi roda	Putaran Roda		Keterangan hasil
	Motor Kanan	Motor Kiri	
Maju	Berputar ke depan	Berputar ke depan	Sesuai
Mundur	Berputar ke belakang	Berputar ke belakang	Sesuai
Kanan	Berputar ke belakang	Berputar ke depan	Sesuai
Kiri	Berputar ke depan	Berputar ke belakang	Sesuai
Berhenti	Diam	Diam	Sesuai

g. Pengujian Transmisi Data

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui data yang dikirimkan dari rangkaian *transmitter* ke rangkaian *receiver* sudah berfungsi dan sesuai dengan apa yang dirancang. Pengujian dilakukan dengan melengkungkan setiap jari-jari yang sudah terpasang flex sensor. Hasil dapat dilihat pada Tabel 16.

**Tabel 16. Pengujian Transmisi Data**

Jari yang dilengkungkan	Resistansi (K Ohm)	Gerak kursi roda	Hasil
Telunjuk	80	Maju	Sesuai
Tengah	70	Mundur	Sesuai
Manis	600	Kanan	Sesuai
Kelingking	65	Kiri	Sesuai

## 2. Unjuk Kerja

Pengujian ini dilakukan saat semua komponen penyusun alat sudah dirangkai dan terpasang sesuai dengan rancangan. Data hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 17.

**Tabel 17. Pengujian Keseluruhan**

Posisi Jari	Jarak Penghalang	Kondisi Motor	Kondisi Buzzer	Ket. Hasil
Jari telunjuk dilengkungkan	20 cm	Berhenti	Berbunyi	Sesuai
Jari tengah dilengkungkan	20 cm	Berhenti	Berbunyi	Sesuai
Jari manis Dilengkungkan	25 cm	Belok kanan	Tidak Berbunyi	Sesuai
Jari kelingking dilengkungkan	22 cm	Belok Kiri	Tidak Berbunyi	Sesuai

## B. Pembahasan

Berdasarkan hasil pengamatan dan pengujian beberapa rangkaian dan komponen pada proyek akhir ini dapat disimpulkan bahwa, seluruh rangkaian bekerja dengan baik dan masing-masing komponen berfungsi sesuai dengan apa yang direncanakan. Pengujian dan pengukuran pada rangkaian sistem yang telah dilakukan terdapat perbedaan antara hasil pengukuran dengan teori. Perbedaan ini dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti kualitas komponen, toleransi dari alat ukur yang digunakan, ketidaksesuaian nilai komponen dengan labelnya serta ketelitian yang kurang dalam melakukan pengukuran.

## 1. Uji Fungsional

### a. Analisis Pengukuran Tegangan Arduino

Pengujian dilakukan pada pin 5V arduino, karena arduino yang dipakai pada proyek ini ada dua, maka pengujian dilakukan dua jenis, yang pertama pengukuran tegangan pada arduino nano dan yang kedua pada arduino uno, dengan hasil uji sebagai berikut:

#### 1) Arduino Nano

Pengukuran tegangan pada arduino nano dilakukan sebanyak tiga kali. Dapat dilihat pada Tabel 10 hasil pengujian tegangan pin 5V arduino nano tanpa beban tidak tepat 5V seperti yang terdapat pada *datasheet* arduino nano pada lampiran 6, akan tetapi memiliki rata-rata *output* sebesar 4,96 volt dengan rata-rata *error* sebesar 0,8%, sedangkan pada pengujian tegangan *output* dengan beban, arduino nano menghasilkan rata rata tegangan *output* sebesar 4,497 volt dengan rata-rata *error* sebesar 10,06%, berkurangnya nilai tegangan *output* ini dikarenakan tegangan dari sumber sudah melewati beban sensor dan modul RF 433Mhz yang membutuhkan tegangan operasional dan saat jumlah beban yang digunakan pada arduino semakin banyak, *error* yang terjadi akan semakin bertambah, nilai *error* dapat dikurangi dengan cara menambah rangkaian regulator pada *output* tegangan.

#### 2) Arduino uno

Pengukuran tegangan pada arduino uno juga dilakukan sebanyak tiga kali pada pin *output* 5V. Hasil dapat dilihat pada Tabel 10, rata-rata *output* dari arduino uno sebesar 4,97 volt dan mempunyai rata-rata selisih sebesar 0,27 volt dengan rata-rata *error* sebesar 0,53%, sedangkan pengujian tegangan pada arduino

uno dengan menambah beban, arduino uno menghasilkan rata-rata tegangan keluaran sebesar 4,4 volt dengan rata-rata *error* sebesar 12%, selisih antara tegangan keluaran arduino uno tanpa beban dan dengan beban sebesar 0,6 volt, perbedaan nilai tegangan keluaran yang terjadi disebabkan oleh beban yang terdapat pada arduino membutuhkan tegangan untuk beroperasi. Nilai *error* tersebut dapat dikurangi dengan cara menambahkan rangkaian regulator pada *output* tegangan.

Berdasarkan data yang telah didapatkan dari pengukuran, arduino nano dan arduino uno yang digunakan pada alat ini mengalami penurunan tegangan keluaran yang disebabkan oleh beban berupa sensor dan modul yang membutuhkan tegangan agar dapat beroperasi.

b. Analisis Pengukuran Tegangan Catu Daya Modul *Driver*

Pengukuran yang dilakukan pada terminal blok *output* dari driver motor DC L298N, data dapat dilihat pada Tabel 11. Pengukuran dilakukan dua jenis, pertama pengukuran tegangan keluaran tanpa memberi beban sebanyak tiga kali pengukuran, dan yang kedua memberi beban berupa motor DC pada terminal blok keluaran, dengan hasil ukur sebagai berikut:

1) Tanpa beban

Agar hasil data yang diujikan *valid*, pengujian dilakukan sebanyak tiga kali. Data pengujian dapat dilihat pada Tabel 11, hasil pengukuran menunjukkan bahwa rata-rata tegangan *input* sebesar 6,6 volt, sedangkan rata-rata *output* yang dihasilkan sebesar 6,587 volt pada terminal blok motor kiri dan 6,537 volt pada terminal blok motor kanan, jadi tegangan keluaran nilainya tidak sama dengan



tegangan *input*, hal ini dikarenakan tegangan *input* dari baterai telah digunakan untuk operasional modul *driver* motor dc.

## 2) Dengan beban

Proses pengujian dengan beban dilakukan sama dengan pengujian tanpa beban yang sudah dilakukan, hanya saja pada terminal blok *output* diberi beban berupa motor DC. Setelah dilakukan pengujian sebanyak tiga kali didapatkan data rata rata tegangan *input* sebesar 6,527 volt, sedangkan rata-rata tegangan yang didapatkan pada motor kanan sebesar 5,013 volt dan motor kiri sebesar 4,867 volt dengan selisih rata-rata pada motor kanan dan motor kiri sebesar 0,143 volt. Data tersebut dapat dilihat pada Tabel 11. Jadi perbedaan tegangan *input* dan *output* yang tidak sama dikarenakan tegangan yang disuplai dari baterai sudah digunakan untuk operasional modul *driver* motor dc, selain itu, motor dc juga berpengaruh terhadap suplai tegangan, karena motor dc sebagai beban membutuhkan suplai tegangan sesuai spesifikasi motor tersebut.

## c. Analisis Pengukuran Sensor *Flex*

Pengukuran sensor *flex* dilakukan untuk membandingkan antara nilai tegangan yang diukur dengan teori yang ada. Alat ini memanfaatkan nilai tegangan analog dari sensor *flex*, nilai tersebut berubah sesuai dengan kelengkungan sensor. Pada Tabel 12 ditunjukkan pengujian *flex* sensor ini dilakukan dengan mengamati perubahan nilai analognya dan resistansi ketika *flex* sensor dalam keadaan lurus maupun dalam keadaan dilengkungkan, pada Tabel 12 juga terdapat *error* pada setiap kondisi, hal ini terjadi karena pada *output* tegangan arduino nilainya telah berkurang. Nilai tegangan analog dan resistansi

yang dihasilkan oleh setiap *flex* sensor berbeda, hal ini dikarenakan spesifikasi sensor yang berbeda dan penempatannya pada jari juga berbeda. Perhitungan yang digunakan untuk mengetahui nilai  $V_{out}$  berdasarkan nilai tegangan analog yang terbaca adalah sebagai berikut:

$$V_{out} = \frac{\text{nilai tegangan analog}}{\text{Resolusi ADC}} \times V_{cc}$$

$V_{out}$  = Tegangan keluaran ideal pada *flex* sensor

Nilai tegangan analog = Nilai tegangan analog yang terbaca pada *serial monitor*

Resolusi ADC = Nilai resolusi pin analog 10 bit (1023)

$V_{cc}$  = Tegangan referensi arduino (5V)

Salah satu sampel data dari Tabel 12 diambil, yaitu *flex* sensor pada jari telunjuk. Data tersebut menunjukkan bahwa saat jari dalam keadaan lurus mempunyai nilai tegangan analog yang terbaca *flex* sensor sebesar 480 dengan nilai  $V_{out}$  2,1 volt. Jika data  $V_{out}$  dibuktikan menggunakan rumus, maka perhitungannya akan jadi seperti berikut:

$$V_{out} = \frac{\text{nilai tegangan analog}}{\text{Resolusi ADC}} \times V_{cc}$$

$$V_{out} = \frac{480}{1023} \times 5$$

$$V_{out} = \frac{2400}{1023}$$

$$V_{out} = 2,34 \text{ volt.}$$

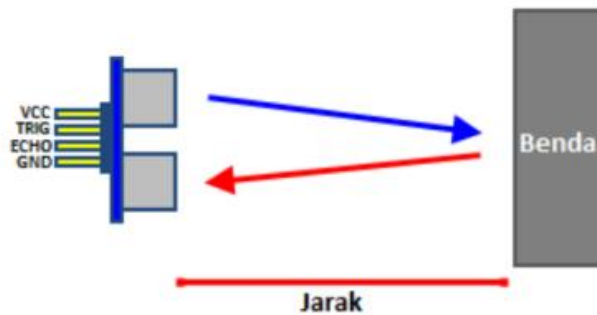
Dari hasil perhitungan di atas, didapatkan nilai  $V_{out}$  ideal sebesar 2,34 volt, jika dibandingkan dengan nilai pengukuran pada *flex* sensor nilai tersebut

memiliki selisih 0,24 volt, perbedaan nilai  $V_{out}$  ini dapat disebabkan karena suplai tegangan yang dihasilkan oleh arduino nano berkurang.

d. Analisis Pengujian Pembacaan Jarak Sensor Ultrasonik

Sensor ultrasonik HC-SR04 adalah sensor yang memiliki prinsip kerja memancarkan gelombang ultrasonik dan menangkapnya kembali, jadi sensor ini dapat mengukur objek dengan cara apabila gelombang ultrasonik tersebut dipantulkan kembali oleh permukaan objek.

Pada pengujian ini dilakukan dengan meletakkan objek dihadapan sensor ultrasonik depan maupun belakang, hasil data pengujian ditulis pada Tabel 13. Pengujian dilakukan sebanyak sepuluh kali dari jarak 2 cm sampai 100 cm, jarak ini diukur menggunakan penggaris. Kemudian hasil jarak yang terukur terlihat di *serial monitor* arduino IDE. Dari sepuluh kali pengujian, sensor ultrasonik depan terdapat 2 kali kesalahan membaca jarak, pada jarak 60 cm dengan *error* 1,67% dan pada jarak 100 cm dengan *error* 1%. Sedangkan pada sensor ultrasonik belakang kesalahan pembacaan jarak terjadi sebanyak 3 kali yang terjadi pada jarak 45 cm dengan *error* 2,2%, 60 cm *error* 1,67% dan pada jarak 100 cm *error* 1%. Kesalahan pembacaan sensor ultrasonik dapat terjadi karena sensor ultrasonik yang digunakan adalah HC-SR04 yang memiliki akurasi  $\pm 0,3\text{cm}$  sehingga kesalahan pembacaan memungkinkan untuk terjadi serta pada saat pengujian posisi objek yang terbaca tidak dalam keadaan lurus seperti pada Gambar 19 .



**Gambar 19. Pembacaan Jarak oleh Sensor Ultrasonik**

e. Analisis pengujian *buzzer*

Rangkaian *buzzer* pada alat ini berfungsi sebagai indikator berupa suara peringatan yang akan aktif jika terdapat objek kurang dari atau sama dengan 20 cm dari sensor ultrasonik. Data yang diperoleh pada pengujian ini dapat dilihat pada Tabel 14. Pengujian dilakukan dengan meletakkan objek dari jarak 0 sampai 100 cm diukur menggunakan penggaris. Dari jarak 0 sampai 10 cm sensor ultrasonik depan dan sensor ultrasonik belakang diberi objek pengujian dilakukan sebanyak 5 kali dengan jarak yang acak, pada percobaan tersebut kondisi buzzer berbunyi menandakan bahwa sistem berjalan dengan baik. Kemudian percobaan kedua meletakkan objek dari jarak 11 cm sampai 50 cm *buzzer* tidak berbunyi begitu pula pada percobaan ketiga dari jarak 51 cm sampai 100 cm, *buzzer* juga tidak berbunyi. Jadi dari data yang sudah didapatkan pengujian rangkaian *buzzer* ini berfungsi dengan baik tanpa kesalahan.

f. Analisis Pengujian Putaran Motor DC

Pengujian putaran DC dilakukan dengan cara memasukkan *list* program ke dalam arduino uno dengan perintah menggerakkan kursi roda dengan empat

gerakkan dasar yaitu; gerak maju, gerak mundur, gerak belok kanan dan gerak belok kiri. Hasil data pengujian yang terdapat pada Tabel 15 menunjukkan bahwa semua perintah yang diberikan mampu dilaksanakan sesuai dengan *list* program yang telah dimasukkan tanpa ada kesalahan. *List* program dapat dilihat pada Gambar 20.

```
#define MR1 3
#define MR2 5
#define ML1 6
#define ML2 9
void maju(){
  analogWrite(MR1, 255);
  analogWrite(ML1, 255);
}
void mundur(){
  analogWrite(MR2, 255);
  analogWrite(ML2, 255);
}
void belokKanan(){
  analogWrite(MR2, 255);
  analogWrite(ML1, 255);
}
void belokKiri(){
  analogWrite(MR1, 255);
  analogWrite(ML2, 255);
}
void Berhenti(){
  analogWrite(MR1, 0);
  analogWrite(ML2, 0);
  analogWrite(ML1, 0);
  analogWrite(MR2, 0);
}
void setup() {
  pinMode(MR1, OUTPUT);
  pinMode(MR2, OUTPUT);
  pinMode(ML1, OUTPUT);
  pinMode(ML2, OUTPUT);
}
```

**Gambar 20. List Program Pengujian Putaran Motor DC**

g. Analisis Pengujian Transmisi Data

Transmisi data pada alat ini menggunakan modul RF(*Radio Frequency*) 433 Mhz. Modul ini terdiri dari dua komponen yaitu *transmitter* dan *receiver*. Pada pengujian ini *transmitter* modul RF 433Mhz disambungkan ke rangkaian arduino nano yang tertempel pada sarung tangan pengguna. Fungsi transmisi data ini adalah mengirimkan nilai analog dari flex sensor ke *receiver* yang kemudian data tersebut diolah oleh arduino uno dan menggerakkan motor DC. Pengujian dilakukan dengan mengirimkan data dari masing masing *flex* sensor. Berdasarkan data dari pengujian Tabel 16 ini, semua *flex* sensor mampu mengirimkan data yang sesuai dengan rancangan tanpa ada kesalahan.

2. Unjuk kerja

Tabel 17 merupakan hasil data yang diperoleh dari pengujian unjuk kerja. Pengujian dilakukan dengan memberi perintah kursi roda untuk bergerak, saat kursi roda diberikan perintah untuk bergerak, kursi roda berhenti dan *buzzer* aktif pada jarak 20cm dengan objek atau penghalang. Hal ini membuktikan bahwa sistem keseluruhan yang ada pada kursi roda berfungsi dengan baik, akan tetapi pada rangkaian mekanik simulator kursi roda, bagian *shaft* motor dc langsung terhubung dengan roda, “hal ini akan membuat rugi mekanis menjadi besar sekaligus mengurangi efisiensi motor.”(Sandy, 2016). Kelemahan tersebut dapat diatasi dengan menambahkan *sprocket* dan rantai pada *shaft* motor yang kemudian dipasang ke roda. Sistem pengereman pada simulator kursi roda menggunakan pengereman mendadak yang mana sistem ini dapat membuat motor dc cepat rusak.